

特別防災区域を通過する高速道路の防災対策

大阪第三建設部 設計課 森 喜 仁

要 約

高速湾岸線は、大阪湾の臨海部を通過するルートであり、沿線には石油コンビナート等のタンク群が林立している箇所がある。そのような箇所の中で、北港地区、尼崎地区及び神戸地区が石油コンビナート等災害防止法に基づく特別防災区域に指定されている。

今回の報告は、以上の特別防災区域の中でタンクと道路との離隔が法令上の距離を満たしていない北港地区について、道路側での防災対策検討を行った。防災対策検討の内容は、湾岸線の走行車両や人及び、橋桁等の構造物を想定される災害から守るためのハード面での検討と、災害時の車両や人の避難誘導に関するソフト面での検討である。

それらの防災対策検討結果、ハード面での対策ではALC板と鋼板を使用した遮熱板方式が最も有効な対策とされ、ソフト面では災害時の事故処理体制を確率し、避難設備、情報提供設備をその処理体制に合わせて設置している。

過去のタンク事故例から推定したタンク爆発の確率は、200年に1基程度であることを考えると、本検討での防災対策で十分であると考えられる。

まえがき

大阪湾沿岸地域では、現在、関西新空港をはじめ埋め立て事業が各所で行われている。高速湾岸線（以下湾岸線と略す。）は、大阪湾臨海部のこうした開発に伴う骨格的幹線道路としての意味を持ち、神戸市垂水区から泉佐野市までの約80kmが計画されている。その内、神戸市東灘区（六甲アイランド）から泉佐野市松原地先（関西新空港）間約55.9km及び、神戸市垂水区名谷町から同市同区下畑町間約1.8kmの区間は、阪神高速道路公団が事業を進めている。

前述の様に、湾岸線は主として臨海部の埋め立て地を通過するが、沿線には石油タンク、ガスタンク等爆発、火災の危険性のあるタンク群が林立している箇所がある。建設省近畿地建の調査によると、北港地区、尼崎地区及び神戸地区が石油コンビナート等災害防止法（昭和50年12月17日、法律84）に基づく特別防災区域に指定されている。以上の地区の中で、タンクと湾岸線の離隔距離が法令上の安全距離を満たしていない北港地区について防災対策検討を行った。検討の前提条件は、昭和54年12月に都市計画決定した時の道路計画は変更しない。そして、必要な防災対策は道路側で

行うことである。

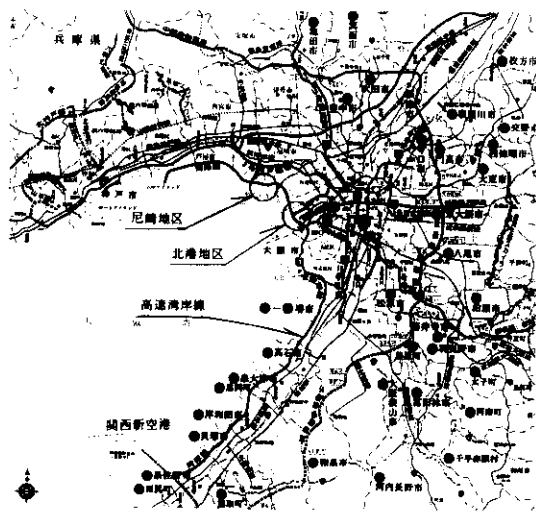


図-1 湾岸線ルート図

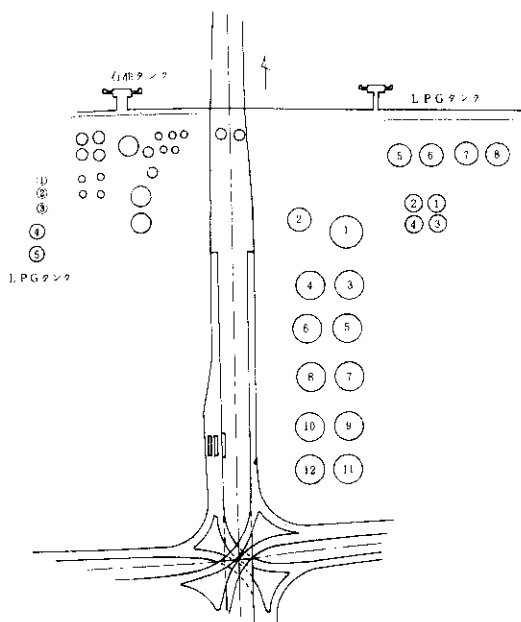


図-2 タンクの現況

表-1 北港地区特別防災区域特定事業所

特定事業所名	種別	所在地	操業開始年月	敷地面積㎡	従業員			主要製品 (生産能力)
					総数 (保安担当)	昼間 (保安担当)	夜間 (保安担当)	
大阪瓦斯㈱ 北港製造所	第1種	大阪市此花区 北港1丁目1番16号	明 30.4	844,000	891人 (6)	249人 (6)	51人 (5)	都市ガス 760万㎡/D
住友商事㈱ 北港油槽所	第1種	大阪市此花区 北港2丁目4番	明 37.10	193,222	50 (3)	47 (3)	8 (8)	トルエン、ヘキサン、ガソリン、86,980㎏ アクリロニトリル、重油、灯油等
㈱北辰倉庫運 輸	第1種	大阪市此花区 北港2丁目1番67号	昭 43.10	12,907.99	19 (5)	19 (5)	2 (2)	石油類 濃硫酸 3,586㎏ 5,800ト
近畿輸送倉庫 北港営業所	第1種	大阪市此花区 北港2丁目4番	昭 41.12	8,863	8 (4)	6 (2)	2 (2)	プロパン、ブタンオートガス 672,745㎡/D

1. 北港地区の現況

建設省都市局の石油コンビナート等災害区域カルテ（昭和53年7月14日現在）によると、表-1に示す様な事業所が、湾岸線を挟んで存在しており、いずれの事業所も石油コンビナート等災害防止法による第1種事業所である。図-2にタンク

の現況を示す。この中で石油タンクの位置についてみると、大阪ガスのNo.2、4、6、8、10、12は、危険物の規制に関する政令に基づく離隔距離の値50mを確保していない。住友商事側の石油タンクのうちNo.1001、1002、301、501は、移設され、湾岸線との離隔距離は、政令の値を満たしている。LPGタンク位置は、大阪ガス、近畿輸送倉

庫とも政令に基づく離隔距離を満たしている。

2. 災害の想定

2-1 想定災害の種類と規模

対策の前提として想定する災害は、石油類の火災とLPG類の爆発である。火災については、炎からの放射熱と煙、爆発については、衝撃波と飛散物の影響を考える。災害発生形態と規模については、第1段階として落雷、衝撃などによる石油タンク火災及びLPGタンク部分漏洩火災が考えられ、この場合、着火からタンク火災になる時間は、2～3分と短い。第2段階として、タンク等からの油流出による防油火災が考えられる。流出量が多く着火時期が早ければ、数分で防油堤火災となる。LPGタンクの全量爆発については、火災と同時に散水装置などの安全装置が有効に機能すれば、タンク破損は免れると考えられるが、そうでなければ、過熱流体の蒸気が起こる。この蒸気爆発により、ファイヤーボールを生じたりタンクの破片がかなり遠くへ飛ぶことになる。ファイヤーボールによる最大放射熱は、非常に大きな値となるが、持続時間が極めて短いため橋梁への影響は殆んど無いものと考えられる。

災害発生の確率は、東京都石油コンビナート等防災本部の調査した報告書（1981.4）によると、次のようになっている。

平常時では、

石油タンク単体火災： 5×10^{-5}

石油タンク防油堤火災： 3×10^{-7}

LPGタンク部分漏洩火災： 2.5×10^{-8}

LPGタンクガス蒸気爆発：

地震時では

石油タンク単体火災： 1.1×10^{-5}

石油タンク防油堤火災： 3×10^{-7}

LPGタンク部分漏洩火災： 2×10^{-8}

LPGタンクガス蒸気爆発： 2×10^{-10}

(単位 1 / (基・年))

2-2 災害に対し防災上確保すべき水準

2-2-1 石油火災

(1) 放射熱

放射熱が人体に及ぼす影響については、種々の実験結果があるが、ここでは、建設省防災緩衝緑地帯基準(案)と同じ $2,000\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ を採用した。構造体に及ぼす影響は、鋼床版桁の場合その温度上昇の限界について資料不足であるが、構造物各部が降伏点応力以下になるように $100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ を、温度上昇の限界と考える。そして、一定条件(火災継続時間3h、火災の有効放射熱温度 733°C 、外気温 25°C)のもとでの熱収支計算から、許容温度 125°C に対する許容放射熱 $7,000\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ を採用した。

(2) 煙

石油火災による煙に見舞われると、煤、酸欠、有毒ガス、熱気流等の影響を受け、人体に対してはこれらが総合的に作用することから、煙の範囲に入らないことを目標とした。

2-2-2 ガス爆発

(1) 衝撃波

衝撃波が人や物に与える影響については、ピーク圧及びインパルスの両面から検討する必要があるが、人体についてはピーク圧の方が支配的であることから、人体に被害の及ばないピーク圧の値をもって人体に対する許容水準とする。人体に被害の及ばないピーク圧の値は、各種データが示されているが、 $0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$ を許容水準とした。なお、この値は防災緩衝緑地帯基準(案)と同じ値である。

構造体に関しては、パルスとしての衝撃波が動的に作用すると考えれば、静的な風荷重の少なくとも2倍程度のピーク圧を持った衝撃波に耐えることが必要である。人体に対する許容水準 $0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$ の中でその1/2の $0.05\text{kgf}/\text{cm}^2$ が静的な風荷重に対応するが、この値は、阪神高速道路公団の設計用風荷重の範囲に入る。したがって、大きい方の値を採用して構造体に対する許容水準も $0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$ とした。

(2) 飛散物

人間に飛散物が当たらないことを目標とする。爆発に伴う飛散物は、大きさ距離ともまちまちであり分布の予測は、困難である。

2-3 災害の影響想定

2-3-1 輻射熱の影響範囲

タンク単体火災側面からの輻射熱の計算は、高圧ガス保安協会(1979.9)コンビナート保安・防災技術指針に示されている火災モデル(直立円筒で高さは半径の3倍、火災温度は火災円筒の各部で一定とする。)を使用した。

この火災モデルからの輻射熱は、次式により計算する。

$$E = \phi \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

E: 炎に対し任意の位置にある面の受ける輻射強度 (kcal/m²・h)、

T: 火災面の温度 (°K)、

σ : ステファンボルツマンの定数 (4.986×10⁻⁸ kcal/m²・h・K⁴)、

ε : 輻射率(黒体では $\varepsilon = 1$)、

ϕ : 形態係数

防油堤火災側面からの輻射熱は火災面を長方形とし、炎の高さは防油堤短辺の1.5倍として計算した。タンク火災上面からの輻射熱は、円筒と見なした炎の上面を等面積の正方形に置き換え計算した。図-3、図-4に計算結果を示す。

2-3-2 爆風圧の影響範囲

次式に示される換算距離と爆風圧に関する曲線から、タンク貯蔵量の平方根の値を爆発量とした場合と、全量を爆発量とした場合の影響範囲を求めた。計算結果を、図-5、図-6に示す。

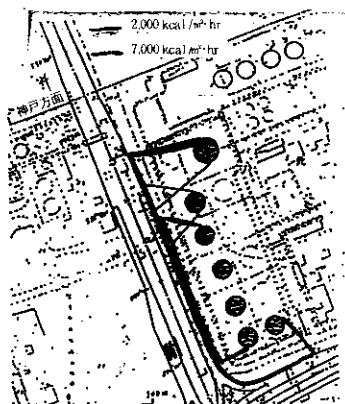


図-3 タンク火災の範囲

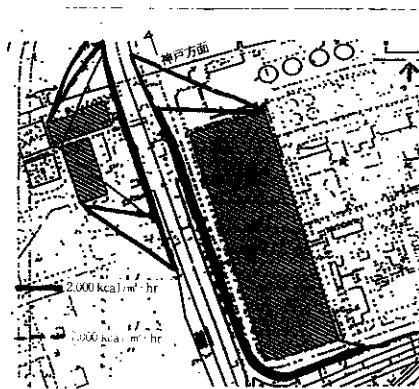


図-4 防油堤火災の範囲

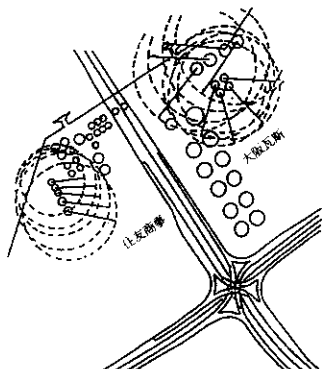


図-5 爆風圧0.1kg/cm²の範囲(平方根量)

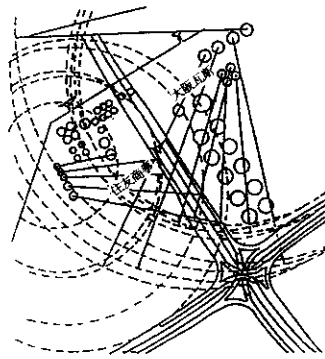


図-6 爆風圧0.1kg/cm²の範囲(全量)

$$\lambda = R / 0.4^3 \sqrt{KW}$$

λ : 換算距離 (m)、R : 実距離 (m)、K :

コンビナート保安規則別表表-2 による値、

Wガス量 (t)

表-2 曲げ試験結果

供試体		通常状態での強度		湿潤 (5日間水中養生) 時強度		湿潤後乾燥 (7日間20℃養生) 時強度	
		破壊時の荷重強度 Pkgf	破壊時の曲げ応力度 σ kgf/m ²	Pkgf	σ kgf/m ²	Pkgf	σ kgf/m ²
A L C t=75mm	ALC -1	175	9.4	255	13.4	178	9.7
	" -2	160	8.7	290	15.8	180	9.7
	" -3	145	8.9	145	7.8	290	15.6
G R C 板 (木毛セメント) t=36mm	GRC 1-1	240	55.7	180	40.7	240	55.2
	" 1-2	190	43.0	190	43.1	235	53.2
	" 1-3	230	53.1	205	45.9	222	49.8
石綿スレート 合成板 t=30.5mm	石綿 -1	154	50.2	95	31.0	162	53.1
	" -2	162	53.0	110	36.3	131	43.0
	" -3	146	49.3	85	28.2	130	42.6
G R C 板 (発泡コンクリート) t=42.0mm	GRC 2-1	320	55.7	325	52.3	222	38.9
	" -2	270	45.4	230	39.6	346	57.7
	" -3	240	41.7	155	25.2	306	50.7

2-3-3 飛散物の影響範囲

過去の破損事故を基にして、湾岸線に最も近い No.5 タンク (実距離140m) が爆発した場合、高速道路部分に落下する物の重量割合は、1~2%程度であった。

3. 防災対策検討

石油火災、タンク爆発から道路を守るための対

策及び、道路上での車輛事故による車輛火災等が周囲の事業所に影響を与えない対策をハード面、ソフト面から検討した。

3-1 ハード面での検討

3-1-1 各防御方式の検討

石油火災・タンク爆発から人体、構造体を守るには、放射熱、爆風圧に対して安全である防御対策を考える必要がある。放射熱対策については、

遮熱板を用いる方法と、散水装置による水を利用する方法がある。水を利用する方法は、使用水量が5,100 l/min~20,400 l/minと多量であり、貯水池を確保することが困難である。また、放射熱を遮断する効果に疑問があるということにより、遮熱板方式で検討を進めた。

道路上での車輛火災等及び投擲に関しては、連結送水管の設置及び遮熱板の高さを検討した。

3-1-2 遮熱板の検討

タンク火災による放射熱は、放射熱伝導、対流伝達、材料の伝導について熱バランス方程式を解

いて求めた。図-8に計算結果を示す。計算に使用している遮熱板は、高欄付遮熱板はALC板（板厚 $t=100\text{mm}$ ）であり、主桁付遮熱板は亜鉛メッキ鋼板（板厚 $t=6\text{mm}$ ）である。

遮熱板の高さは、路面上の人が受ける熱量を検討した結果、遮熱板高さ $h=4\text{m}$ の場合、図-7の断面1~8において許容水準を満たしている。また、投擲の検討を行った結果、路面から3~4mの高さがあれば十分である。

遮熱板の設置範囲は、図-3、4の放射熱影響範囲と図-7の計算結果に基づいて決定した。図-8に熱板の設置範囲と構造を示す。

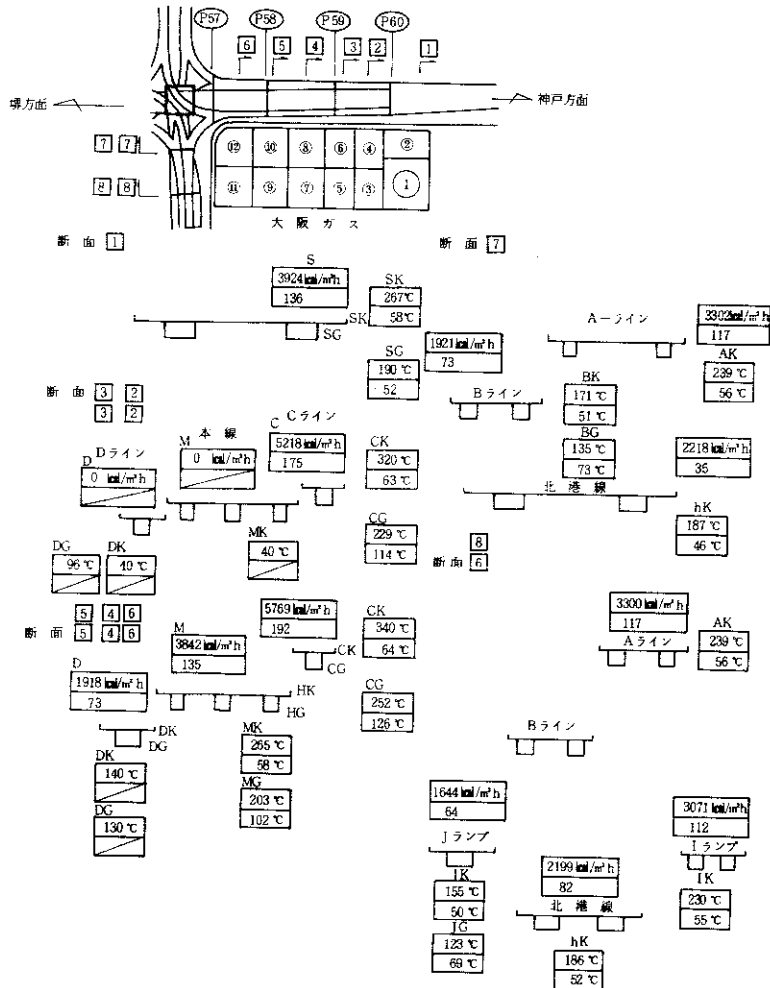


図-7 遮熱板による効果

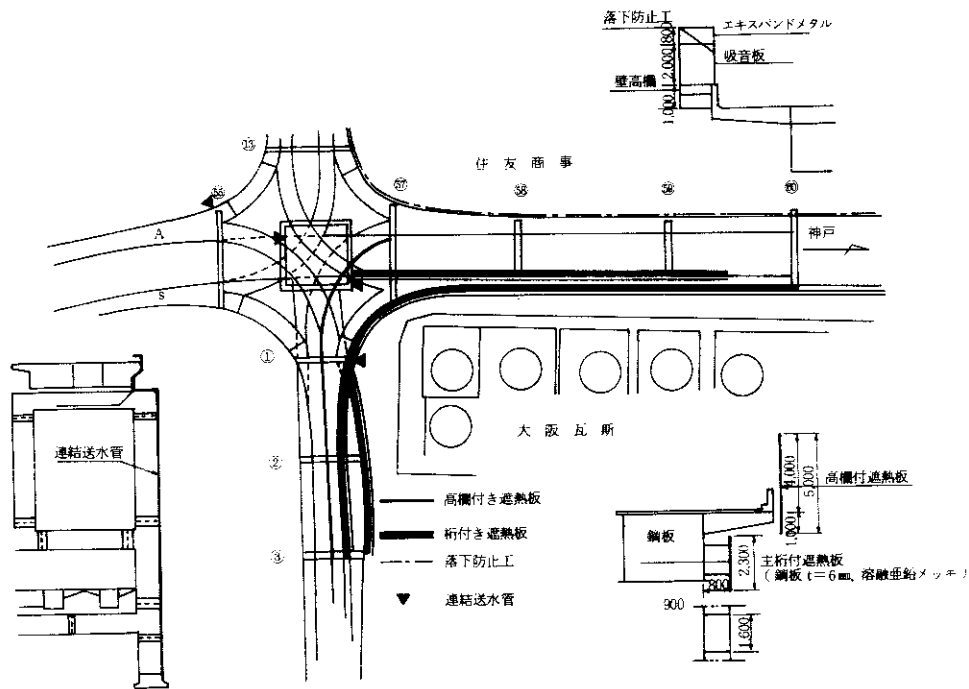


図-8 遮熱板、連結送水管設置箇所と構造

3-1-3 遮熱板材料の試験

高欄付遮熱板の場合、ALC板以外に石綿スレート板、GRC板が同様の遮熱効果を示すと考えられる。したがって、遮熱性、強度を調査する試験を行い、当地区の防災水準に適合した遮熱板材料を決定した。

(1) 試験項目

実施した試験は、片面加熱による耐熱試験、曲げ強度試験、衝撃試験である。

(2) 供試体の種類及び形状

試験に使用する供試体は、市販製品を使用し、各供試体の寸法は以下のとおりである。

a) ALC板

耐熱試験：400mm×400mm×50mm、400mm×400mm×75mm、400mm×400mm×100mm)

曲げ試験：100mm×400mm×35mm

衝撃試験：400mm×500mm×75mm

b) GRC板 (母材が木毛セメント)

耐熱試験：400mm×400mm×35mm

曲げ試験：100mm×400mm×35mm

衝撃試験：400mm×500mm×35mm

c) GRC板 (母材が発泡コンクリート)

耐熱試験：400mm×400mm×40mm

曲げ試験：100mm×400mm×40mm

衝撃試験：400mm×500mm×40mm

d) 石綿スレート板

耐熱試験：400mm×400mm×30mm

曲げ試験：100mm×400mm×30mm

衝撃試験：400mm×500mm×30mm

(3) 試験内容

a) 耐熱試験

前述の放射熱計算から、防油堤火災時の放射熱温度が最高温度となり、湾岸線の道路端で657℃に到達する。また、災害時に道路上での避難誘導に要する時間は、検討の結果3時間程度必要とされる。

したがって、本試験では、片面加熱温度700℃で3時間加熱を行い、供試体表面(加熱側と反対側の表面)の温度測定及び供試体の状

況（亀裂の有無、変色等）について調査した。

b) 曲げ試験

JIS規格に基づく曲げ試験を行い、3状態の供試体（乾燥状態、湿潤状態、湿潤後乾燥状態）を使用して、各遮熱板材料の強度変化を調査した。

c) 衝撃試験

JIS規格に基づく衝撃試験を行い、各遮熱板材料の破壊状況を調査した。

(4) 試験結果

a) 耐熱試験

耐熱試験の結果、図-9に見られる様に良

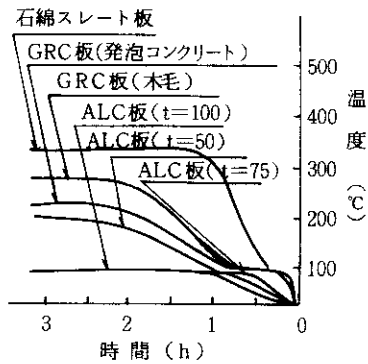


図-9 耐熱試験結果

好な結果を示した遮熱板材料は、ALC板（ $t=75\text{mm}$ 、 100mm ）である。他の材料は、加熱後30分から1時間を経過するころから供試体表面温度が上昇し、 $220^{\circ}\text{C}\sim 330^{\circ}\text{C}$ まで到達している。しかも、母材に木毛セメントを使用しているGRC板（木毛）と石綿スレート板は、木毛部が加熱途中で燃焼し断面保持が出来ず破断している。

加熱後の供試体調査では、ALC板は加熱側表面に微細亀裂が若干見とめられた程度であるが、GRC（発泡コンクリート）板は、GRC板が発泡コンクリートから剥離し、発泡コンクリートに亀裂が見とめられ断面保持が出来ない。

b) 曲げ試験

表-2に試験結果を示す。ALC板は、湿

供試体	状態	通常状態での強度		湿潤(5日間水中養生: 時強減)		乾燥後(乾燥: 時強増)	
		破断時の荷重物重 P _{bf} (kgf)	破断時の曲げ応力 σ (kgf/cm ²)	P _{bf} (kgf)	σ (kgf/cm ²)	P _{bf} (kgf)	σ (kgf/cm ²)
ALC板	1-1	175	9.4	255	13.4	175	9.7
	1-2	160	8.7	240	12.8	180	9.7
	1-3	145	8.9	145	7.8	200	10.5
GRC板(木毛セメント)	1-1	240	35.7	180	40.7	240	55.2
	1-2	190	43.0	190	43.4	235	58.2
	1-3	230	55.1	205	45.9	220	49.8
石綿スレート	1	154	50.2	95	31.3	162	53.1
合成板	2	180	52.0	110	36.3	130	43.9
	3	146	49.8	85	28.2	130	42.6
GRC板(発泡コンクリート)	2-1	320	55.7	325	52.3	222	38.9
	2	270	45.4	230	39.6	346	57.7
1-2	3	240	41.7	155	25.2	300	50.7

潤による曲げ強度の低下は殆んど見られない。GRC板（木毛）と石綿スレート板は、いずれも湿潤による強度低下が見られ、外観も変色する。GRC板（発泡コンクリート）は試験結果のバラツキが大きく、GRCと発泡コンクリートとの付着が悪く一部分剥離している。

c) 衝撃試験

表-3に試験結果を示す。

表-3 衝撃試験結果

材料名		おもりの重量5kg、落差2m		
		A	B	C
ALC	衝撃側	衝撃部に径46、深さ6.50の凹みと、一部亀裂を生じた。	衝撃部で破断した。(長尺方向に鉄筋無効)	衝撃部に径45、深さ6.00の凹みと、数本の亀裂を生じた。
	裏面側	多数の亀裂を生じた。	—	多数の亀裂を生じた。
GRC(木毛セメント)	衝撃側	衝撃部で破断した。	衝撃部で破断した。	衝撃部で破断した。
	裏面側	—	—	—
石綿スレート	衝撃側	衝撃部に径94×87の貫通穴を生じた。	衝撃部に径110×87の貫通穴を生じた。	衝撃部に径90×88の貫通穴を生じた。
	裏面側	—	—	—
GRC(発泡コンクリート)	衝撃側	衝撃部に径97、深さ5.00の凹みを生じた。	衝撃部に径59、深さ5.70の凹みを生じた。	衝撃部に径51、深さ5.40の凹みを生じた。
	裏面側	数本の亀裂が生じ、GRCは発泡コンクリート板より少し厚さあがっていた。	数本の亀裂が生じ、GRCは発泡コンクリート板より少し厚さあがっていた。	数本の亀裂が生じ、GRCは発泡コンクリート板より少し厚さあがっていた。

以上の試験結果から、耐熱性、強度について当地区の防災水準を満足する高欄付遮熱板の材料はALC板が最適であり、板厚は75mm以上必要である。

3-1-4 遮熱板の設計

遮熱板の取り付け構造は、図-10に示したとおりであり、設計概要を以下に示す。

(1) 設計荷重

風荷重は、阪神高速道路公団の設計基準に示されている荷重を用いた。

爆風圧は、タンクの平方根量が爆発した場合の湾岸線道路端における爆風圧に相当する荷重 800 kgf/cmfを用いた。

(2) 支柱ピッチ

主桁付遮熱板は1.6mピッチ、高欄付遮熱板は2.8mピッチとした。

(3) 遮熱板の構造

主桁付遮熱板は、板厚6mmの鋼板を使用し縦リブ（縦リブ間隔0.8m）で補強した。高欄付遮熱板

は、耐熱試験結果と上記設計荷重を用いて決定した。

遮熱板構造部材の中で、鋼製部材は風荷重を用いて許容応力度設計を行った後、爆風圧荷重を用いて降伏点応力以下であることを照査した。高欄付遮熱板材料のALC板は、爆風圧荷重を用いて板厚、補強鉄筋量を設計した。

3-1-5 遮熱板実物パネルの曲げ試験

前述の設計条件で設計された実物大のALC板の強度を確認するために、実物大パネルを使用して2点曲げ試験を行い強度確認を行った。

曲げ試験に使用したALC板の構造寸法は、2,790mm×600mm×100mmと、2,790mm×600mm×125mmの実物大パネル供試体である。

表4に示されている試験結果を見ると、板厚がt=100mmの供試体は、安全率が1.6程度確保されており十分安全であると考えられる。したがって、高欄付遮熱板は、ALC板(2,790mm×600mm×100mm)を採用した。

表-4 実物パネル曲げ試験結果

試験体種類	番号	荷重P=800kgf時のたわみ量 (mm)			最大荷重 P _{max} (kgf)	(安全率) 破壊荷重/爆風相当荷重=λ
		スパン中央 δ ₁	載荷点直下			
			δ ₂	δ ₃		
2790×600×100mm	No.1	17.0	15.8	15.8	1400	λ=1.75 破壊状況 せん断付着破壊
	No.2	21.8	20.4	20.4	1280	=1.60 "
	No.3	21.2	19.7	19.8	1270	=1.59 "
2790×600×125mm	No.1	10.5	9.8	9.6	1700	=2.18 "
	No.2	14.9	13.8	13.8	1010	=1.29 曲げ破壊
	No.3	11.1	10.4	10.4	1600	=2.05 せん断付着破壊

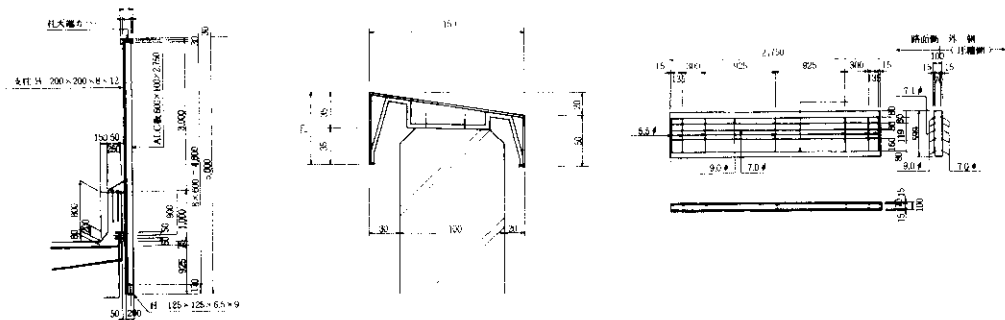


図-10 高欄付遮熱板取り付け構造

なお、ALC板は高温高圧で蒸気養生された軽量気泡コンクリートであるため、吸水性が高く断熱性の保持、強度劣化の防止、凍結隔解抵抗の向上を計るために、屋外で使用する場合防水処理を行う必要がある。したがって、表-5に示す塗装

表-5 塗装仕様

・外部（海側）面吹き付け材料と塗布料「フッソ系吹き付け材」			
処理方法	塗布料kg/m ²	主成分	乾燥時間
1 フィラー処理	0.8～1.0 kg/m ²	セメント無機質骨材合 成樹脂エマルジョン	約128時間
2 シーラー処理	0.2～0.3 kg/m ²	合成樹脂エマルジョン	約30分
3 主材塗布処理	1.5～2.0 kg/m ²	セメント無機質骨材合 成樹脂エマルジョン	約168時間
4 表面仕上げ処理	0.24～0.26kg/m ²	フッ素樹脂ワニス着色 顔料溶剤	
・内部（道路側）面吹き付け材料と塗布料「アクリル系吹き付け材」			
処理方法	塗布料kg/m ²	主成分	乾燥時間
1 フィラー処理	0.8～1.0 kg/m ²	セメント無機質骨材合 成樹脂エマルジョン	約128時間
2 シーラー処理	0.2～0.3 kg/m ²	合成樹脂エマルジョン	約30分
3 主材塗布処理	1.5～2.0 kg/m ²	骨材体質産料合成樹脂 エマルジョン	約168時間
4 表面仕上げ処理	0.30～0.35kg/m ²	アクリルウレタン樹脂 着色顔料溶剤	

をALC板に施し、遮熱板天端に笠木を設けて防水性の向上に努めている。

3-2 ソフト面での検討

災害発生時の事故処理体制は、以下のとおりである。

- (1) 交通管制室が事故の認知をすれば、直ちに各事務所及び関係機関への連絡を行う。
- (2) 交通流監視テレビにより事故現場状況を監視し、道路情報の提供及び、一斉司令により関係する料金所に閉鎖指示を行う。
- (3) 事故現場に公団パトロールカーを急行させ交通を遮断し滞留車両の排除を行う。

交遮断箇所、中央分離帯開口部、非常階段、非

常電話の設置位置は図-11のとおりである。中央分離帯開口部及び非常階段は、阪神高速道路公団基準に基づいて設置しているが、非常電話は基準

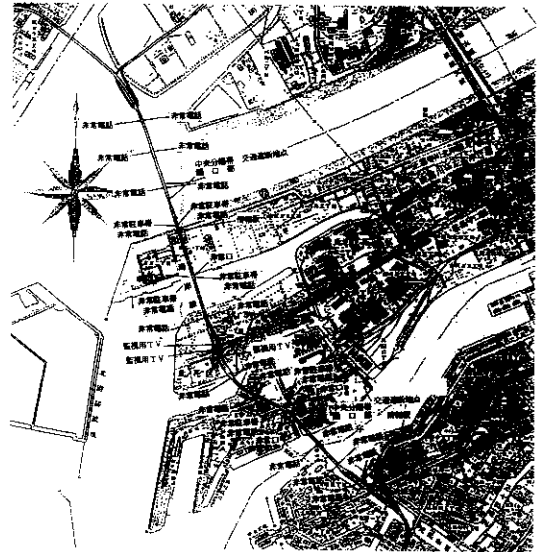


図-11 交通遮断箇所及び非常用施設設置箇所

に基づく間隔より密に設置している。

事故の認知から公団パトロールカーによる現場での人、車両の避難に要する時間は、3時間程度と想定した。

あとがき

今回の検討箇所の様に、特別防災区域を通過する道路が計画され、しかも、道路とタンクとの距離が法令上の距離を満足していない場合、道路側で企業側からの災害を防ぐ対策及び、道路上で発生する災害が企業側へ影響を及ぼさない対策を行う必要がある。以上の対策について、ハード面、ソフト面で検討を行い、遮熱板、連結送水管の設置及び事故処理体制の確立とそれに伴う交通安全施設を配置した。

災害の発生する確率が、過去の事故事例から推定して200年に1基程度であることを考えると、本検討の対策で十分であると考えられる。

本検討結果は、今後の道路計画を行う上で貴重

な資料になろう。

参考文献

- 1)近畿地方建設局阪神国道工事事務所：大阪湾岸道路防災対策基礎調査報告書 昭和52年2月
- 2)近畿地方建設局阪神国道工事事務所：昭和52年度大阪湾岸道路防災対策調査報告書 昭和53年2月
- 3)阪神高速道路公団：大阪湾岸線北港及び常吉地区付近構造検討業務報告書 昭和55年3月
- 4)叻都市防災研究所：北港地区防災検討業務報告書昭和56年12月
- 5)阪神高速道路公団：北港地区防災対策構造検討業務報告書 昭和59年3月
- 6)阪神高速道路公団：湾岸線（Ⅳ期）道路付属施設等設計業務報告書 平成2年3月